

(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

(11) N° de publication :
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

2 656 860 ✓

(21) N° d'enregistrement national :

90 00367

(51) Int Cl^s : C 01 B 5/00; B 01 D 9/00; B 01 J 19/08//C 09 K 3/24

(12)

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

(22) Date de dépôt : 08.01.90.

(71) Demandeur(s) : CHANEL Pierre — FR.

(30) Priorité :

(43) Date de la mise à disposition du public de la
demande : 12.07.91 Bulletin 91/28.

(72) Inventeur(s) : CHANEL Pierre.

(56) Liste des documents cités dans le rapport de
recherche : Se reporter à la fin du présent fascicule.

(73) Titulaire(s) :

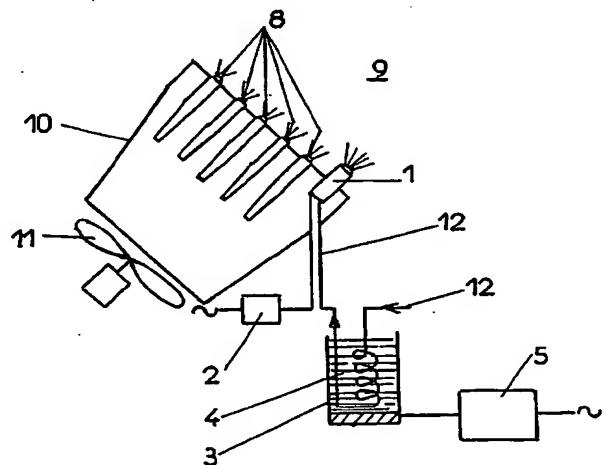
(60) Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

(74) Mandataire : Marek Pierre Conseil en Brevets
d'Invention Poncet-Marek Renée.

(54) Procédé et installation pour la production de germes d'eau cristallisées, par exemple pour la fabrication de
neige artificielle.

(57) Procédé d'obtention de germes d'eau cristallisées ou
gérimes de nucléation, à partir d'eau pulvérisée, caractérisé
en ce que ces germes d'eau cristallisées sont obtenus au
moyen de pulvérisateurs à ultrasons (1-2) fonctionnant par
atomisation d'eau à l'aide d'ultrasons, l'eau traitée par les
pulvérisateurs à ultrasons (1-2) étant préalablement refroidie,
par exemple dans un échangeur (3-4), avant son passage dans lesdits pulvérisateurs, tandis que le jet de particules
produit par ces derniers est contrôlé ou corrigé par un gaz porteur (6) qui peut être lui-même refroidi avant son
passage dans lesdits pulvérisateurs à ultrasons (1).

L'invention concerne également une installation pour la
mise en œuvre de ce procédé, par exemple pour la fabrication
de neige artificielle et suivant laquelle les pulvérisateurs
à ultrasons (1) sont placés dans une gaine (10) parcourue par un puissant courant d'air créé par un système
de ventilation (17) par exemple constitué par un ou plusieurs
ventilateurs hélicoïdes ou centrifuges placés à l'arrière de ladite gaine (10).



FR 2 656 860 - A1



Procédé et installation pour la production de germes d'eau cristallisée, par exemple pour la fabrication de neige artificielle.

La présente invention concerne un procédé de 5 fabrication de germes d'eau cristallisée à partir d'eau pulvérisée. Elle vise également une installation permettant la mise en oeuvre de ce procédé.

Un tel procédé peut, par exemple, être avantageusement utilisé dans une machine destinée à produire de la neige 10 artificielle, pour rompre la surfusion des gouttelettes d'eau qui servent à fabriquer cette dernière. Mais cette application très intéressante n'est pas limitative ; l'invention pouvant aussi intéresser des procédés, essais ou manipulations où l'on recherche l'obtention de particules 15 d'eau cristallisée pour reproduire, par exemple, des givrages artificiels : essais de turbines, de lignes électriques extérieures, etc.

L'eau, comme de nombreux corps (tels que, par exemple, l'hyposulfite de sodium, le phosphore blanc, la 20 glycérine, ...), est concernée par la surfusion qui se caractérise par la conservation de l'état liquide à une température inférieure au point de congélation.

Pour rompre la surfusion, il suffit d'amener un élément, aussi petit soit-il, du corps concerné, à une 25 répartition des atomes correspondant à son réseau cristallin. Les météorologues savent bien que le démarrage de la congélation d'une partie seulement des particules d'eau qui constituent les nuages est obtenu à partir de substances normalement présentes dans l'atmosphère : sables, 30 poussières, sel, spores, etc. Mais si l'on veut accélérer la nucléation, il faut utiliser l'effet d'épitaxie, à savoir : des substances différentes qui présentent des analogies étroites dans l'arrangement de leurs atomes et plus précisément dans la répartition des noeuds de leur réseau 35 cristallin, ont tendance, dans leur face commune, à engendrer un phénomène d'orientation mutuelle des cristaux.

Si donc une substance cristalline a une répartition de

ses noeuds voisine de l'eau solide, mise en présence d'eau surfondue, elle va avoir tendance à orienter les atomes de celle-ci aux interfaces et donc à "amorcer" la mise en phase du système cristalin de l'eau, même si son propre système 5 est différent.

Ainsi, l'iodure d'argent (AgI) a une distance réticulaire de 4,580 Å, alors qu'elle est de 4,503 Å pour la glace. Plus la substance se rapprochera de l'eau, y compris d'ailleurs au niveau de son système de cristallisation, plus 10 la rupture de la surfusion sera rapide et rapprochera le point de congélation du point de fusion, même pour des gouttelettes très petites où les tensions internes favorisent cet état (pouvant aller jusqu'à abaisser le point de congélation lui-même).

15 Il est évident que "l'image" la plus parfaite que l'eau liquide, en état de surfusion, puisse rencontrer, est un élément d'eau solide quelle qu'en soit la taille.

20 On sait que la solidification est immédiate, pour l'ensemble du volume d'eau en présence, si le bilan thermique de la transformation peut être respecté.

25 Dans certains cas où l'on a en particulier affaire à des particules très petites et où l'on souhaite "casser" la surfusion le plus près possible du point de congélation, seule la nucléation avec des "germes" d'eau cristallisée est efficace.

30 La présente invention a pour but de proposer un procédé d'obtention de particules d'eau cristallisée y compris de très petites tailles, qui peuvent être utilisées directement ou comme germes de nucléation primaire, par exemple pour la mise en oeuvre de machines pour la fabrication de neige artificielle.

35 Selon le procédé de l'invention, les germes d'eau cristallisée ou germes de nucléation sont obtenus au moyen de pulvérisateurs fonctionnant par atomisation d'eau à l'aide d'ultrasons, et par la mise en oeuvre de moyens complémentaires permettant d'obtenir des gouttelettes pulvérisées à température négative.

Selon ce procédé, on fait passer l'eau dans un

5 pulvérisateur à ultrasons (qui peut être d'un type connu en soi) qui n'agit plus en utilisant la pression du liquide comme des pulvérisateurs classiques ; dans ce pulvérisateur à ultrasons, les ondes électriques sont transformées en oscillations mécaniques qui vont détacher des gouttelettes des ondes capillaires du liquide traité.

10 Les fréquences ultrasoniques ont aussi la propriété de permettre le maintien à l'état surfondu de l'eau en particulier en deçà du point de congélation, même en présence de particules glaciogènes.

Les pulvérisateurs à ultrasons peuvent utiliser un gaz porteur, de l'air par exemple ; dans ce cas, ce gaz peut être, lui-même, éventuellement refroidi.

15 Un refroidissement de l'eau peut se faire avant son passage dans le pulvérisateur proprement dit, l'état de surfusion étant obtenu grâce à une source d'oscillations ultrasoniques qui peut être indépendante du convertisseur du gicleur.

20 Grâce au procédé et à l'installation de fabrication de germes de nucléation selon l'invention, il est possible de produire rapidement, simplement et économiquement, de grandes quantités de germes d'eau cristallisées, avec une dépense énergétique incomparablement moindre que celles qui sont habituellement nécessaires pour la mise en œuvre des 25 procédés classiques de fabrication de germes de nucléation primaire, dans les machines de fabrication de neige artificielles.

30 Les buts, caractéristiques et avantages ci-dessus, et d'autres encore, ressortiront mieux de la description qui suit et des dessins annexés dans lesquels :

La figure 1 représente le schéma de principe d'un pulvérisateur à ultrasons utilisable pour la mise en œuvre du procédé de l'invention.

35 La figure 2 montre le schéma d'un tel pulvérisateur à ultrasons équipé d'un système de refroidissement de l'eau d'alimentation.

La figure 3 illustre le schéma d'un pulvérisateur à ultrasons équipé d'un système de refroidissement de l'eau

d'alimentation et raccordé à une arrivée de gaz porteur.

La figure 4 montre le schéma d'un pulvérisateur à ultrasons, avec systèmes de refroidissement du gaz porteur et de l'eau.

45 La figure 5 illustre un exemple d'application du procédé et du dispositif de germination selon l'invention, à une installation de fabrication de neige artificielle.

10 On se réfère auxdits dessins pour décrire des exemples intéressants, quoique nullement limitatifs, de mise en œuvre du procédé et de réalisation de l'installation de fabrication de germes d'eau cristallisée à partir d'eau pulvérisée, selon l'invention.

15 Selon ce procédé et selon cette installation, les germes de nucléation sont obtenus au moyen de pulvérisateurs fonctionnant par atomisation d'eau à l'aide d'ultrasons, et par la mise en œuvre de moyens complémentaires permettant d'obtenir des gouttelettes pulvérisées à température négative, des exemples de tels moyens complémentaires étant donnés dans l'exposé qui suit.

20 Selon la figure 1, un pulvérisateur 1 à ultrasons est alimenté électriquement par un convertisseur 2 et, en eau, par une arrivée d'eau 12 ; la mise en œuvre d'un tel pulvérisateur à ultrasons dans un environnement atmosphérique à température négative, permet la fabrication de germes d'eau cristallisée.

25 Selon la figure 2, l'eau est refroidie, avant d'arriver au pulvérisateur 1, par exemple par passage dans un échangeur 3 disposé en amont dudit pulvérisateur et dont le liquide de refroidissement 4 est soumis à des vibrations ultrasoniques obtenues à partir d'un convertisseur 5 analogue au convertisseur 2. Le liquide de refroidissement a un point de congélation inférieur à la température à laquelle on veut porter l'eau (-4 degrés C par exemple).

30 Selon un autre mode de mise en œuvre du procédé de l'invention, l'eau traitée par les pulvérisateurs à ultrasons 1-2, est refroidie directement dans le corps 1 desdits pulvérisateurs, avant d'atteindre le ou les orifices de sortie 13 de ces derniers ; dans ce cas, l'échangeur

(non représenté) est solidaire de l'atomiseur autour duquel ou à l'intérieur duquel il peut être monté.

5 Selon le mode d'exécution illustré à la figure 3, les parties constituantes de l'installation désignées par les références 1, 2, 3, 4, 5, 12, sont identiques à celles qui sont désignées par les mêmes références, à la figure 2.

10 Selon ce mode d'exécution, le pulvérisateur à ultrasons 1-2, est raccordé à une arrivée de gaz porteur 6 qui peut être de l'air ou de l'azote, par exemple, et qui permet de corriger ou contrôler le jet atomisé.

15 10 Selon le mode d'exécution représenté à la figure 4, les parties constituantes de l'installation désignées par les références 1, 2, 3, 4, 5, 6, et 12 sont également identiques à celles qui sont désignées par les mêmes références à la figure 3, mais, dans ce cas, le gaz porteur, essentiellement de l'air, est préalablement refroidi dans un échangeur 7 disposé en amont du pulvérisateur 1 à ultrasons, pour participer à l'abaissement de l'ambiance à la sortie dudit pulvérisateur.

20 20 Selon la figure 5 qui représente schématiquement un générateur de neige artificielle, l'eau pulvérisée par des buses de pulvérisation hydrauliques à pression 8, en fines gouttelettes, mais qui ont tendance à se maintenir à l'état liquide malgré le froid de l'air ambiant 9, est ensemencée par des germes de nucléation produits par des gicleurs à 25 ultrasons 1, conformément au procédé de l'invention. Selon ce mode de mise en oeuvre, l'eau est refroidie dans l'échangeur 3 avant d'alimenter les pulvérisateurs à ultrasons 1. L'ensemble est placé dans une gaine 10 parcourue par un puissant courant d'air à température humide négative, au moins égale à celle de l'air ambiant, créé par un système de ventilation 11 qui peut être constitué d'un ou de plusieurs ventilateurs hélicoïdes ou centrifuges placés à l'arrière de ladite gaine 10, et qui assure l'entraînement des gouttelettes plus ou moins cristallisées dans l'air 30 ambiant 9 à température humide négative où leur transformation va se produire, afin qu'il ne tombe, sur le sol, que de l'eau en particules plus ou moins soudées mais 35

- 6 -

suffisamment sèches pour constituer une neige de culture
agréable à skier.

R E V E N D I C A T I O N S

1. - Procédé d'obtention de germes d'eau cristallisée ou germes de nucléation, à partir d'eau pulvérisée, caractérisé en ce que ces germes d'eau cristallisée sont obtenus au moyen de pulvérisateurs à ultrasons (1-2) fonctionnant par atomisation d'eau à l'aide d'ultrasons, et par la mise en oeuvre de moyens complémentaires (3-4, 5, 6, 7) permettant d'obtenir des gouttelettes pulvérisées à température négative.
5
2. - Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'eau traitée par les pulvérisateurs à ultrasons (1-2) est préalablement refroidie, par exemple dans un échangeur (3-4), avant son passage dans lesdits pulvérisateurs.
10
3. - Procédé suivant la revendication 1, caractérisé en ce que l'eau traitée par les pulvérisateurs à ultrasons (1-2) est refroidie directement dans le corps desdits pulvérisateurs (1) avant d'atteindre le ou les orifices de sortie (13) de ces derniers.
15
4. - Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce que le liquide de refroidissement est soumis à des vibrations ultrasoniques.
20
5. - Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que le jet de particules produit par les pulvérisateurs à ultrasons (1-2) est contrôlé ou corrigé par un gaz porteur (6).
25
6. - Procédé selon la revendication 5, caractérisé en ce que le gaz porteur (6) est préalablement refroidi, par exemple dans un échangeur (7), avant son passage dans les pulvérisateurs à ultrasons (1).
30
- 7.- Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que la nucléation des particules produites

par les pulvérisateurs à ultrasons (1-2) est renforcée par un courant d'air à température humide négative, au moins égale à celle de l'air ambiant, et produit, par exemple, par des ventilateurs hélicoïdes ou centrifuges (11).

5 8. - Installation pour l'obtention de germes d'eau cristallisée ou germes de nucléation, à partir d'eau pulvérisée, caractérisée en ce qu'elle comprend au moins un pulvérisateur à ultrasons (1-2) raccordé à une arrivée d'eau (12), et des moyens complémentaires (3-4, 5, 6, 7) permettant d'obtenir des gouttelettes pulvérisées à 10 température négative.

15 9. - Installation selon la revendication 8, caractérisée en ce qu'elle comprend un échangeur (3-4) disposé en amont du pulvérisateur à ultrasons (1-2) et permettant de refroidir l'eau avant son passage dans ledit pulvérisateur à ultrasons (1).

20 10. - Installation suivant la revendication 8, caractérisée en ce qu'un échangeur permettant de refroidir l'eau traitée par le pulvérisateur à ultrasons (1) avant qu'elle n'atteigne le ou les orifices de sortie (13) de ce dernier, 25 est solidaire dudit pulvérisateur à ultrasons (1).

11. - Installation selon la revendication 9, caractérisée en ce qu'elle comprend un générateur (5) de vibrations ultrasoniques permettant de soumettre l'échangeur (3-4) à de 25 telles vibrations.

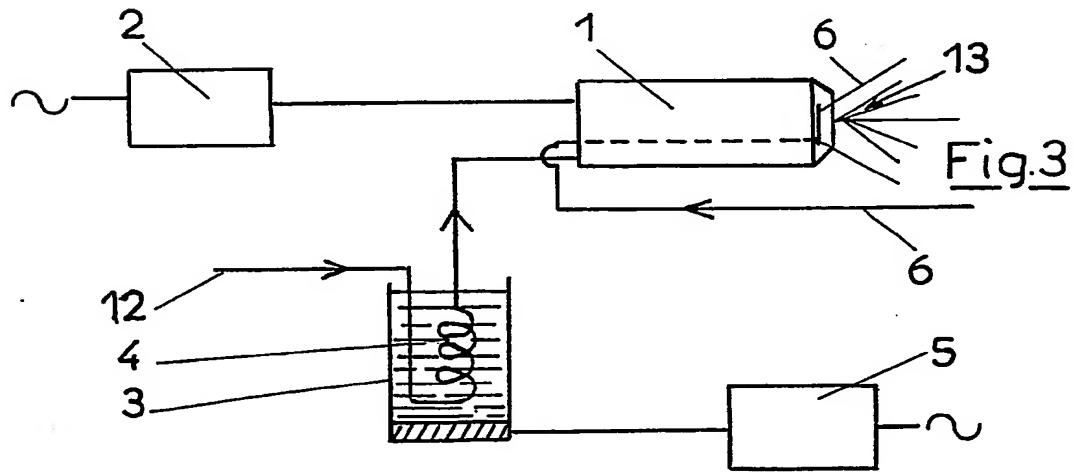
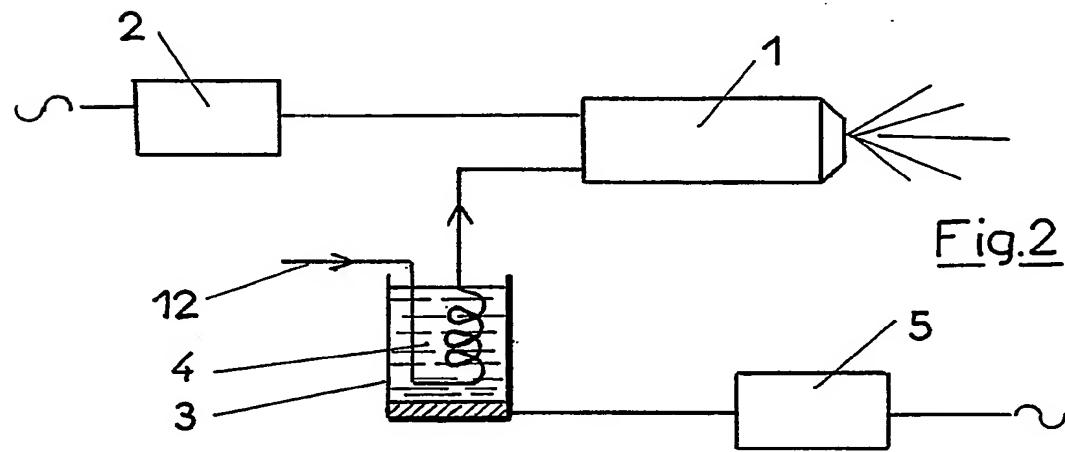
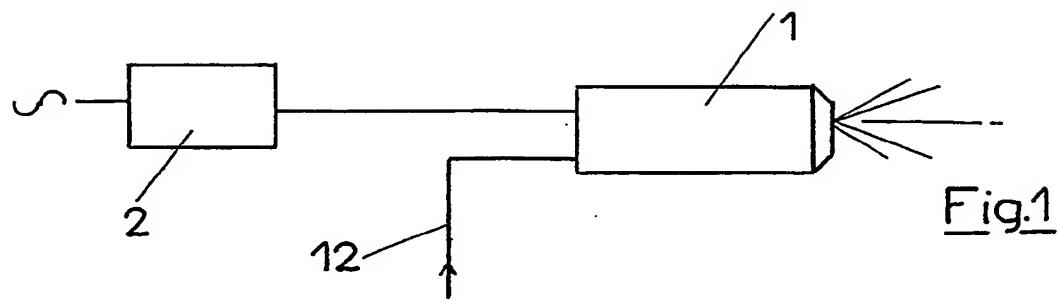
12. - Installation selon l'une quelconque des revendications 8 à 11, caractérisée en ce que le pulvérisateur à ultrasons (1) est raccordé à une arrivée (6) de gaz porteur.

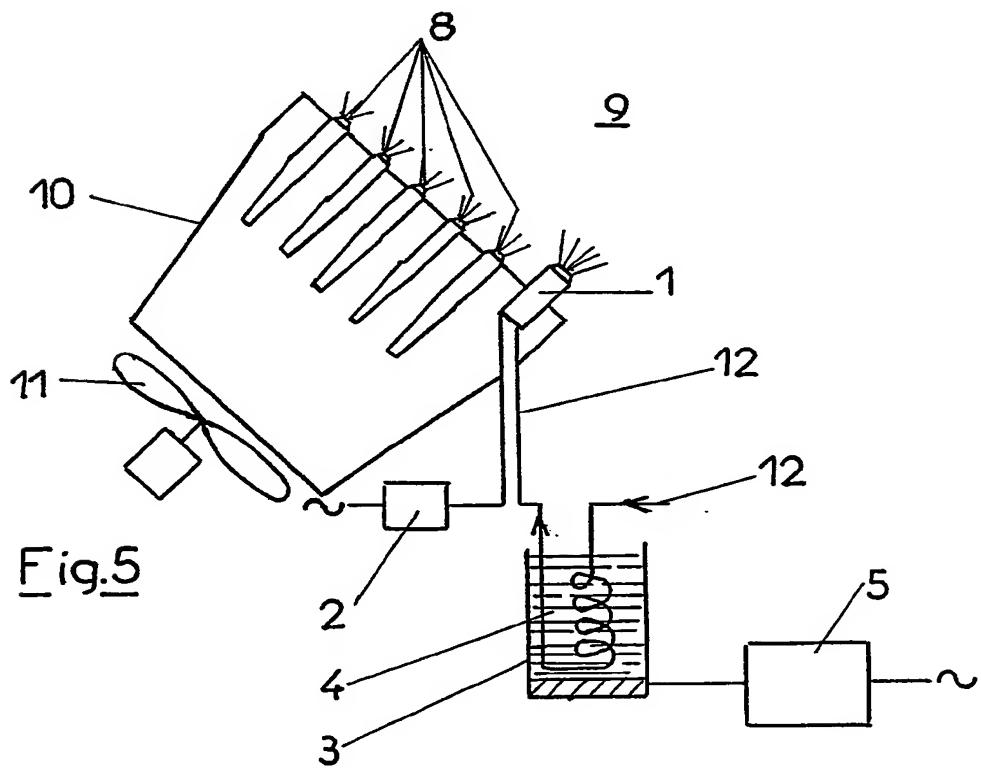
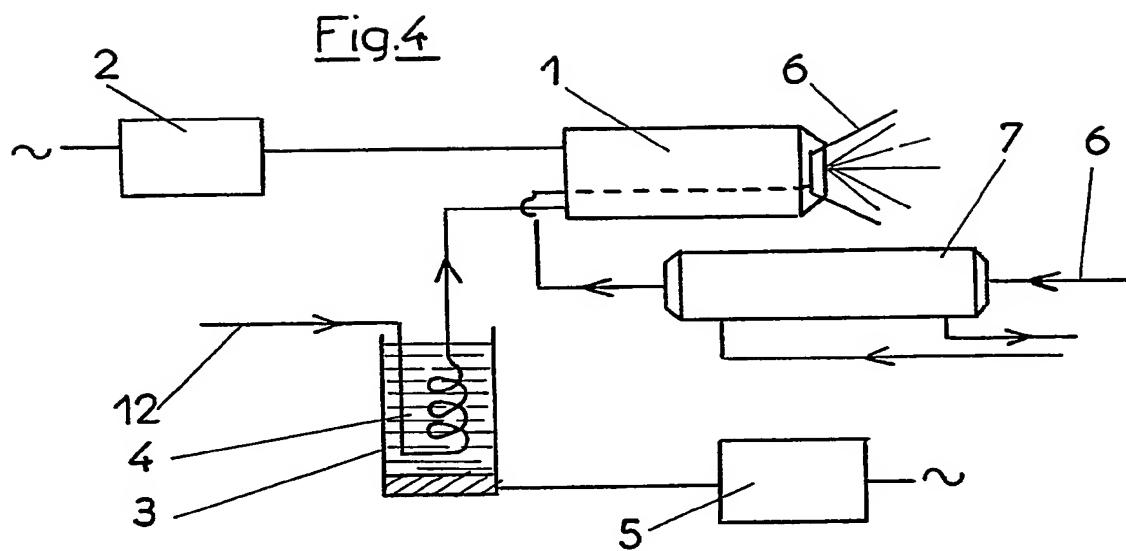
30 13. - Installation suivant la revendication 12, caractérisée en ce qu'elle comprend un échangeur (7) disposé en amont du pulvérisateur à ultrasons (1) et permettant de refroidir le gaz porteur (6) avant son passage dans ledit pulvérisateur à

ultrasons (1).

14. - Installation suivant l'une quelconque des revendications 8 à 13, par exemple appliquée à la réalisation d'une machine de fabrication de neige artificielle, caractérisée en ce que les pulvérisateurs à 5 ultrasons (1) sont placés dans une gaine (10) parcourue par un puissant courant d'air créé par un système de ventilation (11) par exemple constitué par un ou plusieurs ventilateurs hélicoïdes ou centrifuges placés à l'arrière de ladite gaine (10).

1/2





INSTITUT NATIONAL
de la
PROPRIETE INDUSTRIELLE

RAPPORT DE RECHERCHE

établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la rechercheFR 9000367
FA 450747

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		Revendications concernées de la demande examinée
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	
A	US-A-4 475 688 (J. L. HODGES) ---	
A	FR-A-2 480 417 (ZEMEL BROTHERS) ----- <i>... 1991 03 06 BELLINGEN</i>	
DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. CLS)		
F 25 C C 01 B		
Date d'achèvement de la recherche		Examinateur
06-03-1991		VAN BELLINGEN I.C.A.
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES		
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : pertinent à l'encontre d'au moins une revendication ou arrière-plan technologique général O : divulgation non-écrite P : document intercalaire		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant

THIS PAGE BLANK (USPTO)